



TITLE:

Introductory Talk

AUTHOR(S):

植村, 泰忠

CITATION:

植村, 泰忠. Introductory Talk. 物性研究 1973, 21(1): F4-F6

ISSUE DATE:

1973-10-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/88685>

RIGHT:

Introductory Talk

東大理 植村 泰忠

表面又は界面の理論的な諸問題に関する研究は最近種々の視点から、いろいろな対象について新たな展開がみられている。今回の研究会に提出された題目をみても、この事を反映してその多様性がよくうかがわれる。研究会のプログラムをどう組むかという冒頭の問題と関連させて簡単な introductory talk を試みた。

(1) まず問題に登場する役者からみると、表面又は界面付近で、(i) atom, phonon, (ii) electron, (iii) spin, がそれぞれどの様に振舞うかということになる。今回の研究会では(i)と(ii)が中心であるが、(iii)についても磁性金属表面のスピン偏極に関する問題が提出されている。スピンと表面の問題は今後磁性薄膜の実験的研究などと関連して一層発展させるべき研究分野のひとつと思われる。

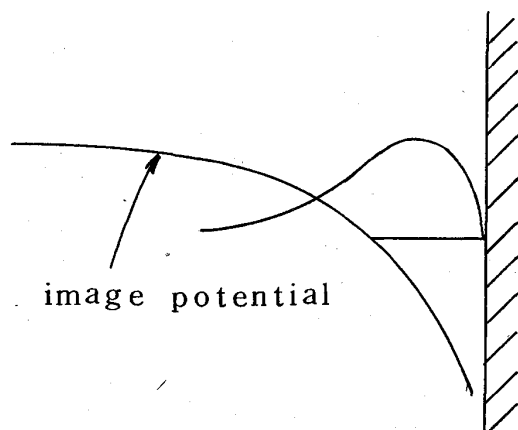
(2) 次に現象を舞台の面からみると、固体界面の固体側の物質からわけてみる事が考えられる。(i)絶縁体, イオン結晶, (ii)半導体, (iii)金属, と分類すると、今回提出された諸問題も、このすべてにわたって居り、それぞれの固体の特徴を反映した問題を提起している事がわかる。

これらの物質を対象として理論的研究を行なうには、固体側にどのような model をえらぶかが問題となる。注目する表面現象が表面をめぐって格子間隔、或は原子の大きさ程度に極めて局在性の強い場合には、固体（又は吸着原子など）側に不連続な原子構造をとり入れる事が不可欠であるし、現象が表面付近に少なくとも 10 原子間隔以上の order で広がっている場合には、固体側を連続体 model で置きかえる事が第一近似として許されるであろう。

表面に吸着された atom に関する問題、或はその配列の問題、電子でいえば表面における原子配列のみだれによって生ずる表面状態などには第一の立場に立つ事が本質的であるし、金属の仕事関数、半導体の表面反転層や蓄積層の問題、或は波長の十分長いフォノンなどについては、この研究会で報告される諸問題のなかにも見られる様に、ゼリウム model や有効質量近似、連続弾性体近似が第一の出発点の model となるであろう。

以上に関連して、最近興味ある実験が報告されているひとつの例を紹介したい。十分バンドギャップの大きい絶縁体を取り、これを連続電媒質(k :誘電率)でmodel化する。この時表面の真空側にある電子に対して図の様な image potential がはたらく。

一方電子はバンドギャップの存在のために殆んど電媒質の中に侵入できない。従って図の様な potential の井戸にとらえられて表面に局在(媒質の外側である事に注意)した二次元電子ガスを作る。この様な状態の实在が液体Heの表面について、その電子による二次元伝導度やサイクロン共鳴(磁場の面に垂直な成分による軌道量子化)を通じて確かめられている。波動関数の広がり(表面付近



10^2 \AA の程度であり、電子の二次元移動度は $10^5 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ の order にも達し得て、散乱は表面付近の気相中にある He 原子との衝突が主役となる。

(3) 不連続体modelによる諸問題

周期配列のみだれによって生ずる格子振動や電子の波の局在modelを量子力学的に求める研究は、点在格子欠陥についてすでに長い歴史を担っている問題である事はよく知られているが、表面についてもすでに多くの研究がある。その取り扱いの原理的側面を扱ったものは、小野氏の報告がその一例であろう。もっと具体的現象に注目した報告は Blyholder氏のクラスター、及びそれに吸着された原子の電子構造の研究や、寺倉氏の強磁性金属の表面バンド構造の計算がその例である。これらの問題の最近の傾向は、電子計算機の駆使による極めて精力的な具体的計算が実行される様になった事であろう。Cuの低速電子線回析を説明するための表面電子エネルギーバンドの精密な計算などは、この分野がすでに精密科学の段階に入りつつある事を示している。少なくとも一体近似による量子力学的取り扱いの範囲内でいえば、上述の事はほぼ正しい現状把握といってよいのではあるまいか。そしてこれらの問題では、統計力学は少くとも積極的な役割を演じていない。

これに対して鏑木氏の報告にみられる様な吸着原子の表面における規則、不規則配列の問題などは本質的に統計力学が主要な役割を果たす問題である。

植村泰忠

以上の二つの側面を併せ持つ問題に表面におけるスピン配列の問題がある事を指摘しよう。Ising model で磁性体表面付近の spin 配列を扱う問題は或る意味で力学的には格子振動波の問題や強結合近似による電子状態の問題と相似な側面がある一方、相転移の問題がこれとからんでいる意味で統計力学的に興味ある側面が併存している。(1)の末尾にこの分野の研究の発展を期待する旨記した理由のひとつはここにある。

(4) 連続体 model による諸問題

この model で扱われる現象のうちの大きい分野は古典物理学的な諸問題であろう。連続弾性体の弾性波の表面 mode (いわゆる surfon) 或は異なる誘電体界面を伝わる電磁波などはこれに属する。表面弾性波を第二量子化で扱う理論的枠組、その応用などは場の理論の良い例題であって、佐久間氏の報告はこの分野に属している。中山氏や御子柴氏の報告は古典物理学の範囲内でも、現実の諸問題との関連で論ぜらるべき興味ある課題が多い事を示している。

連続体 model で扱われる第二の対象は電子ガスの表面問題であろう。ここでは表面付近の電子密度の変化による空間電荷層の出現がセルフコンシステントに電子の表面付近の運動に反映するという意味で多体問題が一つの重要な視点となる。大坂氏の報告や安藤氏の表面反転層の多体効果の報告はこれに関連している。半導体の表面反転層や蓄積層は二次元電子ガスに期待される特徴的現象を実現されるのに好個の舞台であって、最近その研究が発展しつつある。この系は表面に垂直な方向の運動が量子化されていて、しかもこのためのポテンシャル場を外的に制御でき、又そこに蓄えられた電子濃度も併せ制御出来るという利点がある。表面に垂直な磁場成分によりランダウ準位は文字通り離散的準位となるので、強磁場下の伝導現象は量子伝導の理想的舞台となり得る。その実験的諸事実、とくに二次元電子ガスの超伝導の存在を示唆する様な現象等が川路氏により、又この系の上述の観点からする理論的研究が安藤、松本、大川三氏により報告されるであろう。

連続体 model で扱われる諸問題のうちで今回の研究会ではふれられなかったものに magnon, plasmon 等の表面における振舞いがある事を最後に指摘しておきたい。